

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-215295

(43)Date of publication of application : 30.07.2003

(51)Int.Cl.

G21F 9/30

(21)Application number : 2002-009389

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing :

18.01.2002

(72)Inventor : SAGA HIROSHI

KANEKO SHIGEJI

KONDO YOSHIKAZU

NARITA KENJIRO

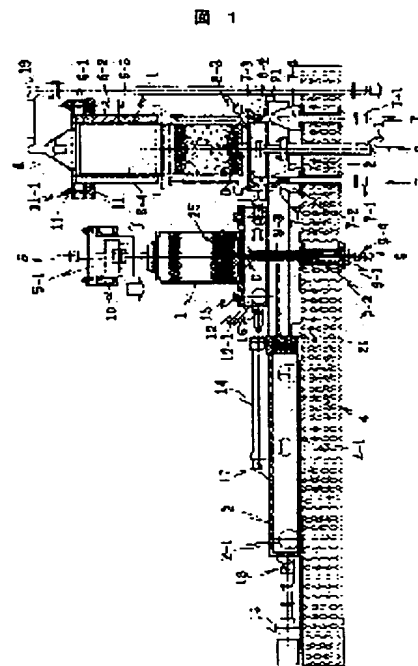
ITO RYOJI

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR TREATING RADIOACTIVE WASTE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the scattering of fines by speedily drying dangerous radioactive metal waste which may ignites and explodes.

SOLUTION: A container 1 on a small carriage 12 provided for a large carriage 2 is moved by the large carriage 2 below an upper lid attaching and removing device 5. An upper lid 24 of the container 1 is removed by the upper lid attaching and removing device 5. The container 1 is moved by the small carriage 12 below a container drying device 6. The container 1 is inserted in the device 6 by a container elevating and lowering device 7. The container 1 is provided with a passage 1-8 and a ball 1-4 to be pressed by springs. The ball 1-4 is pressed upward by the container elevating and lowering device 7 to supply hot air into the container 1 through the passage 1-8 from a hot-air inert-gas supplying device 8 and dry a hull 25 inside the container 1. The container 1 is removed out of the container drying device 6 and moved by the small carriage 12 below the upper lid attaching and removing device 5. The upper lid 24 is attached to the upper end part of the container 1 by the device 5. A container negative pressure device 9 presses the ball 1-4 upward to bright about a negative pressure in the container 1. The container negative pressure device 9 is removed from the container 1, and the passage 1-8 is blocked by the ball 1-4.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-215295

(P2003-215295A)

(43) 公開日 平成15年7月30日 (2003.7.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 2 1 F 9/30

識別記号

5 4 1

F I

G 2 1 F 9/30

テマコード (参考)

5 4 1 A

5 4 1 E

審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-9389 (P2002-9389)

(22) 出願日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 嵯峨 博

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会

社日立製作所原子力事業部内

(72) 発明者 金子 滋司

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会

社日立製作所原子力事業部内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

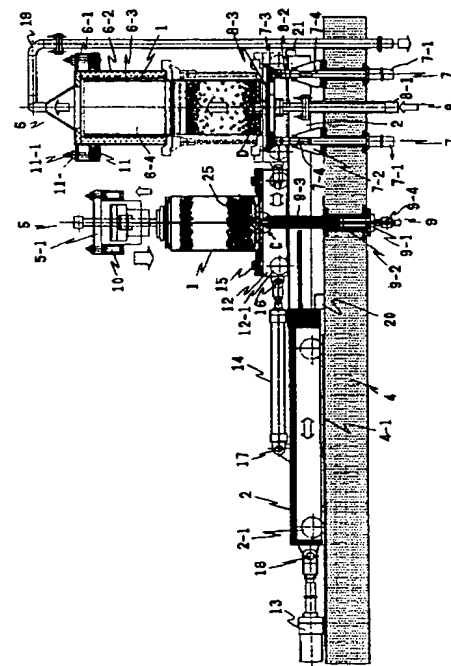
(54) 【発明の名称】 放射性廃棄物の処理方法及びその処理装置

(57) 【要約】

【課題】 発火／爆発の危険性のある放射性金属廃棄物を迅速に乾燥しファインの飛散を抑制する。

【解決手段】 大台車2に設けた小台車12上の容器1を大台車2で上蓋着脱装置5の下まで移動する。容器1の上蓋24を上蓋着脱装置5で取外す。容器1を小台車12で容器乾燥装置6の下へ移動する。容器昇降装置7にて容器1を装置6内に挿入する。容器1は通路1-8、バネで押圧されるボール1-4を備える。容器昇降装置7でボール1-4を押上げ、温風不活性ガス供給装置8から通路1-8を通して温風を容器1内に供給し、容器1内のハル25を乾燥する。容器乾燥装置6から取出し容器1を小台車12で上蓋着脱装置5の下へ搬送する。装置5で上蓋24を容器1の上端部に装着する。容器負圧装置9はボール1-4を押上げ容器1内を負圧にする。容器負圧装置9を容器1から外してボール1-4で通路1-8を封鎖する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された容器内に乾燥用ガスを供給する乾燥工程と、

前記乾燥工程後に、前記容器内を負圧にする脱酸素工程とを含むことを特徴とする放射性廃棄物の処理方法。

【請求項2】前記乾燥工程は、通路封鎖装置を設けた乾燥用ガス供給通路を下部に有する前記容器内に、前記通路封鎖装置を開き前記乾燥用ガス供給通路を通して前記乾燥用ガスを供給することによって行い、

前記脱酸素工程は、前記通路封鎖装置を開き前記乾燥用ガス供給通路を通して前記容器内のガスを吸引することによって行い、

前記脱酸素工程終了後に前記通路封鎖装置を閉じて前記乾燥用ガス供給通路を閉じる請求項1記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項3】前記容器内への乾燥用ガスの供給は前記容器の上蓋を外した状態で行い、前記容器内のガスの吸引は、前記上蓋を前記容器に装着した状態で行う請求項2記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項4】前記通路封鎖装置は、前記乾燥用ガス供給通路内に設けられた通路封鎖体と、前記通路封鎖体を押圧するバネとを備え、前記通路封鎖装置を開くときは前記通路封鎖体を押上げる請求項2または請求項3記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項5】通路封鎖装置を設けた乾燥用ガス供給通路を下部に有して圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された容器を、容器搬送装置によって搬送する搬送工程と、

搬送された前記容器を容器乾燥装置内に挿入する挿入工程と、

前記通路封鎖装置が開かれた前記乾燥用ガス供給通路を通して前記容器内に乾燥用ガスを供給する乾燥工程と、前記乾燥工程後に、容器負圧装置によって前記容器内を負圧にする脱酸素工程とを含み、

前記脱酸素工程終了後に前記通路封鎖装置を閉じて前記乾燥用ガス供給通路を閉じることを特徴とする放射性廃棄物の処理方法。

【請求項6】前記挿入工程は、前記容器乾燥装置の下方に搬送された前記容器を、容器昇降装置によって上昇させて前記容器乾燥装置内に挿入する請求項5記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項7】前記容器乾燥装置内の前記容器内への前記乾燥用ガスの供給は、乾燥用ガス供給装置を用いて行う請求項5または請求項6記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項8】前記容器乾燥装置内の前記容器内への乾燥用ガスの供給は前記容器の上蓋を外した状態で行い、前記容器内のガスの吸引は、前記上蓋を前記容器に装着した状態で行う請求項5ないし請求項7のいずれかに記載

の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項9】前記容器からの前記上蓋の取り外し、及び前記容器への前記上蓋の装着を、上蓋着脱装置を用いて行う請求項8記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項10】前記乾燥用ガスの供給前での前記通路封鎖装置を開く操作は、前記容器昇降装置によって行う請求項6記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項11】前記脱酸素工程前において前記通路封鎖装置を開く操作は、前記容器負圧装置によって行う請求項5ないし請求項10のいずれかに記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項12】圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物を収納する容器を搬送する容器搬送装置と、

搬送された前記容器を挿入する容器乾燥装置と、前記容器乾燥装置内の前記容器内に乾燥用ガスを供給する乾燥ガス供給装置と、

前記容器乾燥装置から取り出された前記容器内を負圧にする容器負圧装置とを備えたことを特徴とする放射性廃棄物処理装置。

【請求項13】前記容器乾燥装置は前記容器搬送装置の移動領域よりも上方に配置され、前記容器搬送装置から前記容器乾燥装置内に容器を挿入する容器昇降装置を設けた請求項12記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項14】前記容器昇降装置は前記容器搬送装置の移動領域よりも下方に配置される請求項13記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項15】前記容器の上蓋を着脱する上蓋着脱装置を備えた請求項12ないし請求項14のいずれかに記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項16】前記上蓋着脱装置は前記容器搬送装置の移動領域よりも上方に配置され、前記容器負圧装置は前記容器搬送装置の移動領域よりも下方に配置された請求項15記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項17】前記容器負圧装置は、前記容器の下部に形成された乾燥用ガス供給通路に設けられた通路封鎖装置を開いて、前記容器内を負圧にする装置である請求項12ないし請求項16記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項18】前記容器昇降装置は、前記容器の下部に形成された乾燥用ガス供給通路に設けられた通路封鎖装置を、乾燥用ガスの供給に際して開く装置でもある請求項14記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項19】圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された容器内に前記容器の一端から乾燥用ガスを供給して前記乾燥用ガスを前記容器内を流し、前記乾燥用ガスを前記容器の他端から前記容器外に排出する乾燥工程と、

前記乾燥工程の後に行われる、前記放射性金属廃棄物が収納された容器を圧縮する圧縮工程とを含むことを特徴とする放射性廃棄物の処理方法。

【請求項20】前記乾燥工程の後に、前記放射性金属廃棄物が収納された容器内に不活性ガスを充填する不活性ガス充填工程を行い、前記不活性ガス充填工程の後に、前記不活性ガスを充填した前記容器に対して前記圧縮工程を行う請求項19記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項21】前記乾燥工程は、通路封鎖装置を設けた乾燥用ガス供給通路を一端部に有する前記容器内に、前記通路封鎖装置を開いて前記乾燥用ガス供給通路を通して前記乾燥用空気を供給し、前記容器内に供給された前記乾燥用ガスを前記他端から排出する請求項19または請求項20記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項22】前記乾燥工程は、前記容器の下端部に設けられた前記乾燥用ガス供給通路をとおして前記容器内に前記乾燥用ガスを供給することにより行う請求項21記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項23】前記乾燥工程は、前記乾燥用ガスが内部に供給される前記容器を、その外側から加熱装置によって加熱することによって行う請求項19ないし請求項22のいずれかに記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項24】前記不活性ガス充填工程は、通路封鎖装置を設けた不活性ガス供給通路を一端部に有し前記他端が封鎖された前記容器内に、前記通路封鎖装置を開いて前記不活性ガス供給通路を通して前記不活性ガスを充填する請求項20記載の放射性廃棄物の処理方法。

【請求項25】圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された収納容器内に乾燥用ガスを供給する乾燥用ガス供給装置と、乾燥された前記放射性金属廃棄物を収納した前記容器を圧縮する圧縮装置とを備えたことを特徴とする放射性廃棄物処理装置。

【請求項26】前記乾燥用ガス供給装置は、通路封鎖装置を設けた乾燥用ガス供給通路を一端部に有する前記容器内に前記乾燥用ガスを供給するときに、前記通路封鎖装置を開く手段を備えている請求項25記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項27】圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された収納容器内に不活性ガスを充填する不活性ガス充填装置を備えた請求項25記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項28】前記不活性ガス充填装置は、通路封鎖装置を設けた不活性ガス供給通路を一端部に有する前記容器内に前記不活性ガスを供給するときに、前記通路封鎖装置を開く手段を備えている請求項27記載の放射性廃棄物処理装置。

【請求項29】下部に乾燥用ガス供給通路が形成され、放射性金属廃棄物を収納する容器本体と、前記乾燥ガス供給通路に設けられた通路封鎖装置とを備えたことを特徴とする放射性金属廃棄物収納用容器。

【請求項30】前記通路封鎖装置は、前記乾燥用ガス供給通路内に設けられた通路封鎖体と、前記通路封鎖体を

押圧するバネとを備えた請求項29記載の放射性金属廃棄物収納用容器。

【請求項31】前記容器本体に、前記乾燥用ガス供給通路に連絡される乾燥用ガス分配装置を備えた請求項29または請求項30記載の放射性金属廃棄物収納用容器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、放射性廃棄物の処理方法及びその処理装置に係り、特に、軽水炉で発生した使用済燃料集合体を再処理する際に発生する、水分を含んだジルコニウム基合金製燃料被覆管の溶解残さ（ハル）、燃料スペーサ及びエンドピース等の放射性廃棄物を処理するのに好適な放射性廃棄物の処理方法及びその処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】原子炉から搬出された使用済燃料集合体の再処理施設で発生する燃料被覆管の切断片（ハル）、燃料スペーサ、エンドピース等の放射性廃棄物は、貯蔵施設さらには貯蔵設備等の貯蔵効率を向上し負荷を軽減するため、主として圧縮による減容処理が行われる。エンドピースは使用済燃料集合体の上部タイプレート及び下部タイプレートである。ハル及び燃料スペーサには主にジルコニウム基合金が使用されている。それらの放射性廃棄物の圧縮の際に発生するジルコニウム基合金粉末は大気中の酸素と反応し易く、粉塵爆発を起こす恐れがある。そのため、従来、ハル等のジルコニウム基合金の放射性廃棄物の圧縮処理は、水中あるいは不活性ガス雰囲気中で行うことが提案されている。

【0003】発火に必要な酸素を遮断して放射性ジルコニウム基合金廃棄物を処理する方法は、確実な発火防止対策を有する。不活性ガス雰囲気中での圧縮としては、①装置全体を不活性ガス雰囲気下に置く、②ハル廃棄物と不活性ガスを封入した密封カプセルに封入し、カプセルごと押圧して圧縮する、という各技術が提案されている。例えば、特表平8-505086号公報（従来技術1）は、ハル廃棄物を収納した容器を不活性ガスで密封して圧縮することを提案している。ハル廃棄物を密封した容器を金型内で押圧して圧縮する設備を用いる場合には、ハル、燃料スペーサ及びエンドピースの圧縮方法として、ハルのみあるいはハルと燃料スペーサ、及びハルとエンドピースをできるだけ大量に混合しプレスにて圧縮する方法を提案している。発火対策のため、通常ハル等はハル缶のドラムに水中保管されている。

【0004】このハル缶より、圧縮に適した容器（今後カプセル缶と呼ぶ）に定量供給して圧縮前に水分を含んだ放射性廃棄物を含むカプセル缶（概略：外径390mm、高さ800mm）に放射性廃棄物を収納する。この水分を含んだカプセル缶をそのまま圧縮した場合には、圧縮後の圧縮片をつめた最終貯蔵容器（キャニスタ缶と呼

ぶ) 内でハル等で発生する放射線のエネルギーによって水分が水素と酸素に分解し、温度上昇等によって爆発等の危険性がある。このため、通常、圧縮前に乾燥して不活性ガス雰囲気中で圧縮する方法の従来技術1と前処理で放射性金属廃棄物等を種類別に仕分けしたあと前処理で乾燥させる特開平3-17299号公報(従来技術2)がある。これ以外に水分を含んだまま圧縮減容処理したあとに水分乾燥させる特開平11-295486号公報(従来技術3)がある。

【0005】前者の水分除去の方法は、ハルドラム缶ごとに乾燥する方式であるがハル缶の内部に不活性ガスの熱エネルギーが流れにくい構造のため、乾燥効率が悪い。この問題を解消する方法が、従来技術3が提案されている。通常、ハル等の減容処理される処理量は1日約2000kg程度であり、1個のカプセル缶には通常70kgが定量供給される。そのため、1日に30個程度のカプセル缶を処理する必要がある。1つのカプセル缶の乾燥時間に数時間を要すると、全部のカプセル缶を乾燥するためには数十時間を要する。カプセル乾燥機の後処理工程も考えると1日で完結処理するためには、十台程度の乾燥機が必要となる。このため、セル内での乾燥機の設置スペースを多く必要とし、カプセル缶を乾燥機に搬出入するハンドリング装置も乾燥機の数だけ必要とする。更には、これらの機器のメンテナンス性等が非常に困難であるし、処理能力が落ちるという問題があった。これを解決するために、圧縮前処理乾燥に比べて乾燥機の台数、圧縮前の乾燥のむだ時間等を回避して、圧縮後に容器に封入したあと乾燥させる方式の従来技術3が提案されている。

【0006】この乾燥方法は、多孔室カプセルを使用し、乾燥室より温風不活性ガスを供給することによって、ハル等の放射性廃棄物を乾燥する。しかし、この方法は、容器内における温風ガスの流れが適切でなく、乾燥効率が悪くて乾燥時間に長時間を要していた。しかも、圧縮機で水分を含んだ放射性廃棄物を減容した後で水分除去をするため、ハルに付着していた水分が減容された放射性廃棄物の圧縮部に残る。このように、上記の乾燥方法は、貯蔵に適する水分除去(通常1カプセルあたり数g以下であることが必要)が困難である。

【0007】更に、カプセル缶を乾燥して不活性ガスを含んだままカプセル缶を圧縮すると、カプセル缶は圧縮工程で内圧の上昇とともに破裂する。カプセル缶の内圧が外部のセル内の圧力よりも高くなり、自然対流によりファインが外部に飛散するという問題が生じる。ファインの飛散を少しでも低減する方法としては、圧縮するシリンダラム等の圧縮速度を遅くすることが考えられる。しかし、シリンダラムの速度が遅くなるほど、圧縮処理速度が遅くなるという問題があった。

【0008】圧縮工程でファインの発火を防ぐ方法としては、特開平11-64588号公報(従来技術4)に

記載されているように、圧縮時にカプセル容器の外側の金型容器を真空引きする設備を、圧縮機に設置している例もある。この場合でも、ファインを破損したカプセル缶内にできるだけ封じ込めるためには、圧縮速度をできるだけ遅くし、ファインを封じ込める方法がある。しかしながら、処理速度は遅くなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来技術1では、カプセル缶内の圧縮ガスと発生したジルコニウム基合金粉末(ファイン)が容器外へ噴出し、圧縮部とその周囲は放射化したファインの飛散拡大により汚染される可能性が高まる。また、従来技術1ではファイン飛散対策として、減圧処理をしないため、圧縮のシリンダのラム速度をゆっくりと減圧処理する必要があり、圧縮の処理速度が遅くなり、結果として必要な処理速度まで上がらないという欠点があった。

【0010】また、従来技術2は、ハル缶自体を不活性ガスの温風で乾燥できるがハル缶内に温風不活性ガスの流れをつくりにくく、乾燥処理時間に大変な時間費やしている。更に、従来技術2は、ファインの飛散及び発火防止のためにハル等を定量供給した後のカプセル缶内を脱真空とするために、真空チャンバー及び上蓋溶接機をチャンバー内に設置することが必要であり、保守性等を含めて大変困難である。従来技術2の乾燥方法では乾燥後のハル缶の放射性廃棄物をカプセル缶に移す際に、発火、爆発等の危険性があるためセル内を不活性ガス雰囲気あるいは圧縮位置でカプセル缶を収納する金型容器を減容処理する方法(特開平11-64588号公報に記載)等との併用がある。

【0011】カプセル缶に水分等を含んだまま圧縮し、その後に乾燥する従来技術3の案は、カプセル缶自体の発火性はなくなるが、水分飛散等によって、圧縮装置及びカプセル缶を内蔵している金型装置を含む台車にファインが付着して汚染される。

【0012】本発明の目的は、放射性金属廃棄物を迅速に乾燥でき、ファインの発火を抑制できる放射性廃棄物の処理方法及びその処理装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目標を達成する本発明の特徴は、圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された容器内に乾燥用ガスを供給する乾燥工程と、前記乾燥工程後に、前記容器内を負圧にする脱酸素工程とを含んでいることにある。

【0014】容器内に乾燥用ガスを供給するので、容器内に収納された放射性金属廃棄物が乾燥用ガスと接触して乾燥される。このため、放射性金属廃棄物を迅速に乾燥できる。また、容器内を負圧にすることによって容器内の酸素量を減少できる。このため、容器内が負圧状態でかつ低酸素状態になっているので、放射性金属廃棄物のファインの飛散を抑制できかつファインの発火の危険

性を抑制できる。更には、乾燥によって放射性金属廃棄物に付着した水分がほとんどなくなるために、水分の放射線分解によって生じる水素及び酸素が極めて少なくなる。このため、圧縮した容器（放射性金属廃棄物を含む）を貯蔵している際に、放射線分解で発生する酸素及び水素に起因したファインの発火または爆発の危険性が解消できる。

【0015】本発明の他の特徴は、圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された容器内に前記容器の一端から乾燥用ガスを供給して前記乾燥用ガスを前記容器内を流し、前記乾燥用ガスを前記容器の他端から前記容器外に排出する乾燥工程と、前記乾燥工程の後に行われる、前記放射性金属廃棄物が収納された容器を圧縮する圧縮工程とを含んでいることにある。

【0016】本特徴においても、容器内に収納された放射性金属廃棄物が乾燥用ガスと接触して乾燥されるため、放射性金属廃棄物を迅速に乾燥できる。また、乾燥によって放射性金属廃棄物に付着した水分がほとんどなくなるために、水分の放射線分解によって生じる水素及び酸素が極めて少なくなる。このため、圧縮した容器（放射性金属廃棄物を含む）を貯蔵している際に、放射線分解で発生する酸素及び水素に起因したファインの発火または爆発の危険性が解消できる。

【0017】好ましくは、乾燥工程は、通路封鎖装置を設けた乾燥用ガス供給通路を下部に有する容器内に、通路封鎖装置を開き乾燥用ガス供給通路を通して乾燥用ガスを供給することによって行い、脱酸素工程は、通路封鎖装置を開き乾燥用ガス供給通路を通して容器内のガスを吸引することによって行い、脱酸素工程終了後に通路封鎖装置を閉じて乾燥用ガス供給通路を閉じることである。

【0018】好ましくは、容器内への乾燥用ガスの供給は容器の上蓋を外した状態で行い、容器からのガスの吸引は上蓋を容器に装着した状態で行うことである。

【0019】好ましくは、通路封鎖装置は、乾燥用ガス供給通路内に設けられた通路封鎖体と、通路封鎖体を押圧するバネとを備え、通路封鎖装置を開くときは通路封鎖体を押上げることである。

【0020】好ましくは、通路封鎖装置を設けた乾燥用ガス供給通路を下部に有して圧縮処理時に発火または爆発する可能性がある放射性金属廃棄物が収納された容器を、容器搬送装置によって搬送する搬送工程と、搬送された容器を容器乾燥装置内に挿入する挿入工程と、通路封鎖装置が開かれた乾燥用ガス供給通路を通して容器内に乾燥用ガスを供給する乾燥工程と、乾燥工程後に、容器負圧装置によって前記容器内を負圧にする脱酸素工程とを含み、脱酸素工程終了後に通路封鎖装置を閉じて前記乾燥用ガス供給通路を閉じることである。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の好適な一実施例である放射性廃棄物の処理方法に用いられる放射性廃棄物処理装置を、図1～図6及び図8～図12を用いて詳細に説明する。

【0022】本実施例の放射性廃棄物処理装置は、容器1を移動させる大台車2及び小台車12、上蓋着脱装置5、容器乾燥装置6、容器昇降装置7、温風不活性ガス供給装置8及び容器負圧装置9を備える。大台車2、小台車12、上蓋着脱装置5、容器乾燥装置6、容器昇降装置7、温風不活性ガス供給装置8及び容器負圧装置9は、容器1を圧縮する圧縮装置の上流側に設置されている。

【0023】大台車2は、床4上に設置されたレール4-1上を大台車2に取付けられた車輪2-1で移動する構造を有する。大台車2は、図7（A）に示すように、床4に取付けられたブラケット23、ピン22を介して連結された大台車移動装置（油圧シリンダ及びこのシリンダに挿入されたピストンロッドを有する）13により移動される。大台車2の移動範囲は、図7（A）に示すように、容器1を容器ハンドリング装置3で運んできて下ろす位置から上蓋着脱装置5が設置された位置までである。上蓋着脱装置5から容器乾燥装置6までの範囲での容器1の移動は、大台車2上に移動可能に設置された小台車12、及び小台車12を移動させる小台車移動装置（油圧シリンダ及びこのシリンダに挿入されたピストンロッドを有する）14で行う。容器負圧装置9との位置精度を確保するために、ストッパー20が床4上に設けられ、大台車2の前進を制限する。小台車12は、ピン17、小台車移動装置14及びピン16を介して大台車2に連結されている。小台車12に取付けられた車輪12-1が大台車2の上部を転動して動くようになっている。また、小台車12の上部には容器1を受ける受台15が載っている。容器乾燥装置6の位置で容器1を小台車12から持ち上げるとき、容器昇降装置7が受台15を持ち上げて受台15上の容器1を容器乾燥装置6に挿入し、受台15にて容器乾燥装置6の下端を密封できる構造になっている。容器昇降装置7との位置精度を確保するためにストッパー21が大台車2に設けられ、小台車12の前進を制限する。大台車2及び小台車12は、容器搬送装置である。

【0024】容器1は、図2に示すように、底部にブロック1-3を設け、複数の貫通孔を有するカバー1-1を、ブロック1-3を覆って設けている。容器1の側面からカバー1-1に向かって傾斜した斜板1-2が、容器1内に設置される。カバー1-1は容器1内の流体の流れを良くするために設けられ、斜板1-2は底面に溜まる水分を効率良く乾燥させるために設けられる。ブロック1-3は、図3に示すように、内部に通路1-8を有し、通路1-8の上端部でスプリング押え部材1-7を取り付けている。スプリング押え部材1-7より下方

の通路1-8内に上下動可能にボール1-4を設け、スプリング1-6により下方に押圧されるシート1-5をボール1-4の上部に接触させている。スプリング1-6の上端はスプリング押え部材1-7に接触する。通路1-8の下端部はボール1-4が落下しないように細くなっており、シート1-5及びスプリング1-6も通路1-8内に設けられる。通常、ボール1-4に外力が作用しない限り、図4及び図6に示すように、通路1-8がボール1-4によって塞がれる。このため、容器1の内外で流体（ガス、液）の移動が行われない。ボール1-4、シート1-5、スプリング1-6及びスプリング1-6は、通路封鎖装置である逆止弁を構成する。容器1の上端部は、図9に示すように、上蓋24との密封装着ができる開口1-9になっている。

【0025】上蓋着脱装置5は、図8に示すように、移動装置保持部5-1、上蓋移動装置及び密封装置を有する。移動装置保持部5-1は、ボルト10-1及びナット10-2によって、移動装置保持部5-1を床4に固定された上蓋着脱装置支持フレーム10に取付けている。容器1の上蓋24を持ち上げる上蓋移動装置は、油圧シリンダ5-4及び油圧シリンダ内に挿入されたピストンロッド5-3を有する。乾燥後に上蓋24と容器1を密封する密封装置は、油圧シリンダ5-5及び油圧シリンダ5-5内に挿入されたピストンロッド5-7を有する。移動装置保持部5-1には、上蓋移動装置及び密封装置が設置される。圧力供給口5-4a及び圧力排出口5-4bを有するブロック5-6が、移動装置保持部5-1の上端部に設置される。圧力供給口5-4a及び圧力排出口5-4bは、それぞれ別々の通路によって油圧シリンダ5-4に接続される。移動装置保持部5-1に形成される圧力供給口5-5a及び圧力排出口5-5bは、それぞれ別々の通路によって油圧シリンダ5-5に接続される。

【0026】圧力供給口5-4aから油圧シリンダ5-4に高压油を供給することによってピストンロッド5-3が上昇し、ピストンロッド5-3の下端部に設けられた着脱板5-2の保持部5-2aで上蓋24を保持した状態（図9、図11）で、上蓋24が持ち上げられる。

【0027】容器1内の放射性廃棄物（ハル、燃料スペーサ及びエンドピース）を容器乾燥装置6で乾燥した後上蓋24を容器1に装着する場合には、上蓋24を持ち上げる際に油圧シリンダ5-4内に供給された高压油が圧力供給口5-4aから排出される。これによって、ピストンロッド5-3が下降し、図9に示すように、上蓋24の突起部24-1が容器1の上端部に接触する。圧力排出口5-4bから油圧シリンダ5-4内に高压油を供給することによって、上蓋24の下降速度が速くなる。次に、圧力供給口5-5aから油圧シリンダ5-5内に高压油を供給することによって、ピストンロッド5-7を下げてピストンロッド5-7を着脱板5-2に接

触させ、着脱板5-2を介して上蓋24を下方に向かって押圧する。このような加圧によって、上蓋24の突起24-1部が容器1の開口1-8部に嵌代を持って装着され、気密が保たれた状態で上蓋24が容器1に装着される（図10）。

【0028】容器乾燥装置6は、外フレーム6-1、保温材6-2及び加熱用ヒータ6-3を有する。外フレーム6-1は、床4に固定された容器乾燥装置支持フレーム11にボルト11-1及びナット11-2によって取り付けられる。保温材6-2及び加熱用ヒータ6-3がフレーム6-1の内側に設置される。保温材6-2の内側で容器乾燥装置6内に、容器1が挿入される空間6-4が形成される。温風不活性ガス供給装置8から供給された不活性ガスを空間6-4から排気するための不活性ガス排気配管19が、フレーム6-1の上端部に接続されている。水分モニタリング装置30が、図12に示すように、不活性ガス排気配管19に接続される。

【0029】容器昇降装置7は、一対の油圧シリンダ7-1、それぞれの油圧シリンダ7-1内に挿入されたピストンロッド7-4及びフレーム7-3を有する。それぞれの油圧シリンダ7-1は床4に取付けられる。受台15を乗せるフレーム7-3は、一対のピストンロッド7-4に連結されている。ピストンロッド7-4が押上げられることによって、受台15を乗せているフレーム7-3が上昇するため、受台15上の容器1が、容器乾燥装置6の外フレーム6-1内の空間6-4に挿入される。ピストンロッド7-4の撓みによる容器乾燥装置6との位置ずれを防ぐため、ガイド7-2が床4に設置されている。

【0030】温風不活性ガス供給装置8は、床4に固定されたパイプ8-1、パイプ8-1内を昇降するパイプ8-2、及びパイプ8-2に接続されるヘッダー8-3を有する。ヘッダー8-3はフレーム7-3に設置される。内部に通路8-6を形成した突起部8-5がヘッダー8-3の上端部に設けられる。プッシャー8-4が突起部8-5の上端部に設けられる。ヘッダー8-3は、通路1-8を通して温風不活性ガス（窒素ガス）を容器1内に供給する。通路1-8に設けられた通路封鎖装置は、プッシャー8-4によって開かれている（図5のようにボール1-4が押上げられている）。プッシャー8-4は、容器1内に乾燥用ガスである温風不活性ガスを供給するときに、上記の通路封鎖装置を開く手段である。温風不活性ガスの温度は、80～200℃、好ましくは100～200℃である。容器昇降装置7及び温風不活性ガス供給装置8が上昇したとき、容器乾燥装置6の下面は受台15に密着し、ガス漏れが生じない。したがって、この構造での容器1内のハル25等の放射性廃棄物は、容器1内の温風不活性ガスによって加熱されて乾燥される。暖められた不活性ガスが容器1内を流れるため、非常に効率良くハル25等を乾燥でき、かつ安全

に乾燥できる。このため、ハル25等の乾燥時間を短くすることができ、乾燥設備の数も低減できる。また、容器乾燥装置6と容器1との隙間を小さくできるので経済的な面でも効果がある。加熱用ヒータ6-3は、主に、温風不活性ガスが供給されている容器1の断熱のために容器1を加熱する。

【0031】乾燥終了後、容器1が容器負圧装置9の位置まで運ばれ、先に説明した上蓋24と容器1との密封装着が終了した後、容器負圧装置9で容器1内を負圧にする。容器負圧装置9は、油圧シリンダ（図示せず）、ピストンロッド9-1及びホルダ9-2を有する。ホルダ9-2は、床4に設置され、内部にピストンロッド9-1が挿入されている。ガス排出通路9-3がピストンロッド9-1内に形成される。ガス排出通路9-3は、ピストンロッド9-1に形成された開口9-4を介して真空ポンプ（図示せず）に連絡される。ピストンロッド9-1は、床4の下方に設置された、容器負圧装置9の油圧シリンダ内に挿入されている。その油圧シリンダ内への高圧油の供給によって、ピストンロッド9-1を上昇させて、ピストンロッド9-1の先端部に取付けられたプッシャー9-5で容器1の通路封鎖装置を開く。この状態で、真空ポンプを駆動することによって、上蓋24で開口1-9が封鎖された容器1内のガスが、通路1-8、ガス排出通路9-3及び開口9-4を介して排出される。その容器1内が負圧になり、容器1内が設定された真空度になったとき、真空ポンプを停止してピストンロッド9-1を下降する。ボール1-4がスプリング1-6によって押し下げられて通路1-8が封鎖される。すなわち、通路1-8が通路封鎖装置によって封鎖される。容器1は小台車12を移動させて容器ハンドリング装置3の位置まで移動され、容器1の乾燥処理を終了する。その後、乾燥されたハル25等の放射性廃棄物を内蔵して内部が負圧になっている容器1が、一軸の圧縮装置（図示せず）によって圧縮される。プッシャー9-5は、容器1内を不圧にする際に、上記の通路封鎖装置を開く手段である。

【0032】上記した放射性廃棄物処理装置を用いて容器（カプセル缶）1の圧縮前乾燥及び脱酸素置換を行う放射性廃棄物の処理方法を、図7により詳細に説明する。

【0033】上流側で使用済燃料集合体から発生するハル25等の放射性金属廃棄物を入れた容器1が、容器ハンドリング装置3で運ばれて、大台車2に積載された小台車12の受台15上に下ろされる（図7（A）で示される手順①）。

【0034】次に、大台車移動装置13を作動させて大台車2を前進させ、容器1を上蓋着脱装置5の位置まで移動させる。この位置で容器1の上蓋24をピストンロッド5-3（図8）で把持して持ち上げ、容器1の上部を開放する（図7（B）で示される手順②）。

【0035】大台車2上に設置された小台車12を小台車移動装置14を作動させて容器1を容器乾燥装置6の位置まで前進させる。その位置では、容器1を乗せた受台15が、フレーム7-3に設けられたヘッダー8-3の真上に位置する。容器昇降装置7によってフレーム7-3が上昇されて、フレーム7-3が受台15の下面に接触し、プッシャー8-4が容器1に設けられた通路封鎖装置を開く（図5）。この状態で、容器1は、容器昇降装置7によって更に上昇され、容器乾燥装置6の空間6-4内に挿入される。このとき、温風不活性ガス供給装置8のパイプ8-2及びヘッダー8-3も同時に持ち上げられる。容器1が空間6-4内に完全に挿入された状態（受台15が外フレーム6-1の下端に密着）で、温風不活性ガスが温風不活性ガス供給装置8から容器乾燥装置6内における容器1内に供給される。温風不活性ガスは、通路1-8を通して容器1内に供給され、乾燥用ガス分配装置であるカバー1-1によって容器1内に一様に分配される。容器乾燥装置6のヒータ6-3に通電される。容器1内のハル25等の放射性金属廃棄物が、主に、温風不活性ガスによって加熱され、乾燥される。ヒータ6-3は容器1内の下端部付近に存在する放射性金属廃棄物その放射性金属廃棄物に付着した水分が蒸発して除去される。その水分が蒸発した水蒸気を含む不活性ガス（窒素ガス）が、不活性ガス排気配管19に流出する。この不活性ガス中の水分（水蒸気）の量が水分モニターリング装置30で測定される。その水分量が設定値以下になったとき、容器1内の放射性金属廃棄物が乾燥されているので、バルブ31（図12）を閉じて温風不活性ガスの供給を停止すると共に、ヒータ6-3による加熱を停止する（図7（C）で示される手順③）。上蓋24が容器1から取り外されているため、通路1-8から供給される温風不活性ガスが容器1内にほぼ一様に分配される。容器1内の放射性金属廃棄物の乾燥効率が更に向上する。温風不活性ガスが容器1内を流れるようにすればよく、開閉装置を有するガス排出通路を、容器の上蓋24に設けてもよい。この場合は、上蓋24を取り外す必要はない。しかし、容器1内における温風不活性ガスの流れが局部的に偏在するため、容器内の放射性金属廃棄物の乾燥効率が低下し、放射性金属廃棄物の乾燥時間が前述の実施例よりも長くなる。また、容器の構造が容器1よりも複雑になる。

【0036】容器昇降装置7を下げて、容器1を乗せた受台15を、小台車12に乗せる。通路封鎖装置は閉じている（図6）。小台車移動装置14を作動させて容器1を上蓋着脱装置5の位置まで後退させる。ここで、ピストンロッド5-3を下降させることによって上蓋24を容器1の開口1-9部に接触させ（図9）、ピストンロッド5-7を下げて上蓋24によって容器1の上部を密封する（図10）。その後、容器負圧装置9を上昇させてプッシャー9-5にて容器1の通路封鎖装置を開く



(図3)。上記した容器負圧装置9の真空ポンプを動作させ、容器1内のガスを排出する。容器1内が設定された真空度になったとき、真空ポンプを停止して、容器負圧装置9を下げる。そして、大台車移動装置13で容器1を初期の位置まで後退させる(図7(D))で示される手順④)。容器1に設けた通路封鎖装置が通路1-8を密封封鎖しているため、容器1内は設定された真空度に保たれる。

【0037】後段における容器1の圧縮によって、ハル25等の放射性ジルコニウム基合金廃棄物のファインが発生する。ファイン発火防止の観点から言えば、密封されて放射性ジルコニウム基合金廃棄物を収納した容器1内の酸素を約4%以下にすればよい。このため、その容器1内の圧力が $1.3 \times 10^4$  Pa以下になればファインの発火を防止でき安全である。容器1の圧縮によって生成されるファインの粒子は、直径が約 $10 \mu$ から約 $100 \mu$ である。圧縮による容器1の変形によって容器1内の内圧が圧縮装置が設置されたセル内の部屋の圧力以上にならないければ、自然対流によりファインが飛散しないことが実験等により検証された。このため、容器1内の内圧を約 $1.3 \times 10^3$  Pa以下にすればファインの発火及びファインの飛散も防ぐことができる。

【0038】本実施例によれば、発火性のある放射性金属廃棄物の容器乾燥、脱置換による容器の減圧が容易に出来る方式となり、乾燥時間の短縮等による乾燥機の台数削減と、容器減圧によるファイン対策の圧縮速度を制限する必要が無く圧縮工程の生産性も向上する。また、乾燥装置の設置台数を低減できるため、放射性廃棄物処理装置をコンパクトにできると共に、放射性廃棄物処理装置を設置する建屋もコンパクトにできる。容器1の上蓋24が外された状態で、容器1内の放射性金属廃棄物が温風不活性ガスにて乾燥されるため、放射性金属廃棄物の乾燥時間が短縮される。上蓋着脱装置5によって容器1に上蓋24を装着するため、上蓋24を容器1に簡単に装着できる。

【0039】容器1に通路封鎖装置が設置されているため、容器1内への温風不活性ガスの供給、及び容器1内を負圧化が簡単に行うことができ、かつ容器1内の真空度を設定値に保持することができる。このように内部が負圧になった容器1を圧縮装置によって圧縮することによって、外部雰囲気へのファインの飛散を抑制できる。

【0040】また、本実施例では、容器昇降装置7が容器乾燥装置6の下方に位置しているため、小台車12で搬送される容器1を、容器昇降装置7で容器乾燥装置6内まで簡単に移動できる。また、乾燥用不活性ガスを供給する温風不活性ガス供給装置8が容器昇降装置7と結合されているため、容器昇降装置7によって容器1が上昇してそれに追従して温風不活性ガス供給装置8も上昇する。このため、容器乾燥装置6内の容器1及び放射性金属廃棄物の乾燥のために乾燥用不活性ガス(温風不活

性ガス)の容器乾燥装置6内への供給が短時間に行える。

【0041】本実施例は、上蓋着脱装置5の真下に容器負圧装置9が配置されているために、容器1に上蓋24を装着した後、容器1を容器搬送装置で移動させることなく、容器負圧装置9を用いて直ちに容器1内を負圧にすることができる。これは、容器の全圧縮工程に要する時間を短縮することになる。

【0042】本実施例では、乾燥されて内部が負圧にされた容器1は、容器1と上蓋24とが溶接されてから圧縮装置まで搬送される。しかし、上蓋24と容器1との締代を大きくすることによって、容器1と上蓋24とが溶接を不要にすることもできる。その溶接が不要になることは、溶接装置がいらなくなる。

【0043】本実施例は、乾燥によって放射性金属廃棄物に付着した水分がほとんどなくなるために、水分の放射線分解によって生じる水素及び酸素が極めて少なくなる。このため、圧縮した容器1(放射性金属廃棄物を含む)を貯蔵している際に、放射線分解で発生する酸素及び水素に起因したファインの発火または爆発の危険性が解消できる。

【0044】本発明の他の実施例である放射性廃棄物の処理方法を以下に説明する。本実施例に用いられる放射性廃棄物処理装置は、前述の実施例で用いた放射性廃棄物処理装置(図1～図3及び図8～図11参照)において、容器真空装置9の開口9-4に、前述の真空ポンプに接続される管路(第1管路という)以外に不活性ガスを供給する管路(第2管路という)を別途接続した構成を有する。第1及び第2管路とも図示していない。本実施例では、乾燥から負圧にするまでの工程における処理は前述の実施例と同様に行われる。容器1内を負圧にする処理が終了した後、真空ポンプを停止して第1管路に設けられたバルブ(図示せず)を閉じて第2管路に設けられたバルブ(図示せず)を開いて第2管路、ガス排出通路9-3及び通路1-8を通して、負圧になっている容器1内に不活性ガスを充填する。本実施例では、容器1に上蓋25が装着されて容器1内が負圧であるため、不活性ガスは容器1内に吸い込まれるように流入し簡単に不活性ガスを容器1内に充填することができる。不活性ガスを充填しているときにおいて、通路1-8は不活性ガス供給通路として機能し、プッシャー9-5は容器1内に不活性ガスを供給するときに通路封鎖装置を開く手段として機能する。本実施例において、容器負圧装置9は不活性ガス充填装置としても機能する。

【0045】不活性ガスを容器1内に充填した後に容器負圧装置9を下げることによってボール1-4が通路1-8の細径部に押し付けられて通路1-8が封鎖される。このため、容器1内に充填された不活性ガスが通路1-8を通して容器1外に流出することが防止できる。内部に不活性ガスが充填され放射性金属廃棄物が収納さ

れた容器1が圧縮によって圧縮される。容器1内が不活性ガス雰囲気であるためファインの発火を抑制できる。容器1内の放射性金属廃棄物の乾燥は前述の実施例と同様に迅速にできる。

【0046】

【発明の効果】本発明によれば、容器内の放射性金属廃棄物を迅速に乾燥でき、容器内のファインの発火を著しく抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例である放射性廃棄物の処理方法に用いられる放射性処理装置の構成図である。

【図2】図1に示す容器底部の拡大縦断面図である。

【図3】図1のC部であり容器の通路封鎖装置付近の縦断面を示し、容器の真空排気を実施している状態を示す説明図である。

【図4】真空排気完了後において図3の通路封鎖装置を封鎖した状態を示す説明図である。

【図5】図1のD部の縦断面を示し、容器内に温風不活性ガス供給装置により温風不活性ガスを供給している状態を示す説明図である。

【図6】温風不活性ガス供給装置を容器から外したときの通路封鎖装置の状態を示す説明図である。

【図7】図1に示す放射性処理装置を用いた放射性廃棄

物処理装置の処理手順を示す説明図である。

【図8】図1の容器上蓋着脱装置の構成図である。

【図9】図8のA部の拡大縦断面図で、上蓋が容器の開口部に接触された状態を示す説明図である。

【図10】上蓋が容器の開口部に装着された状態を示す説明図である

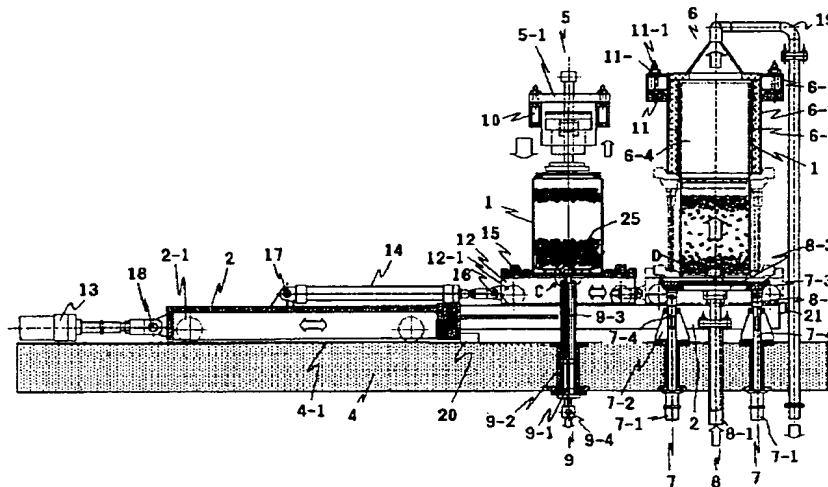
【図11】図8のB-B断面図である。

【図12】図1の容器乾燥装置に接続される不活性ガス排出系統、及び温風不活性ガス供給装置に接続される不活性ガス供給系統の構成図である。

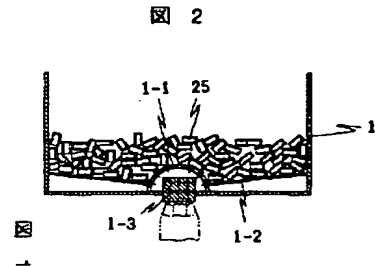
【符号の説明】

1…容器、1-4…ボール、2…大台車、3…容器ハンドリング装置、4…床、5…上蓋着脱装置、5-1…移動装置保持部、5-3、5-7、7-4、9-1…ピストンロッド、5-4、5-5、7-1…油圧シリンダ、6…容器乾燥装置、6-1…外フレーム、6-2…保温材、6-3…ヒータ、6-4…空間、7…容器昇降装置、7-3…フレーム、8…温風不活性ガス供給装置、8-3…ヘッダー、9…容器負圧装置、9-2…ホルダ、9-3…ガス排出通路、12…小台車、13…大台車移動装置、14…小台車移動装置、15…受台、19…不活性ガス排気配管、24…上蓋、25…ハル、30…水分モニタリング装置、31…バルブ。

【図1】

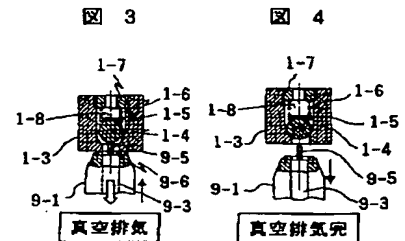


【図2】

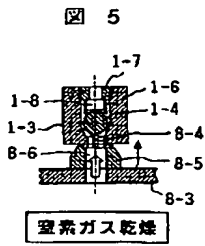


【図3】

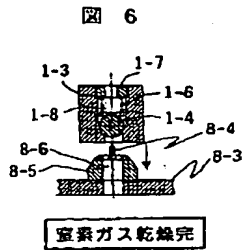
【図4】



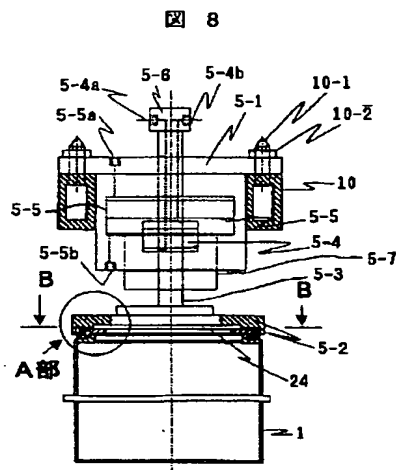
【図5】



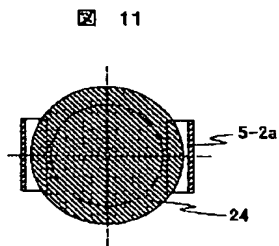
【図6】



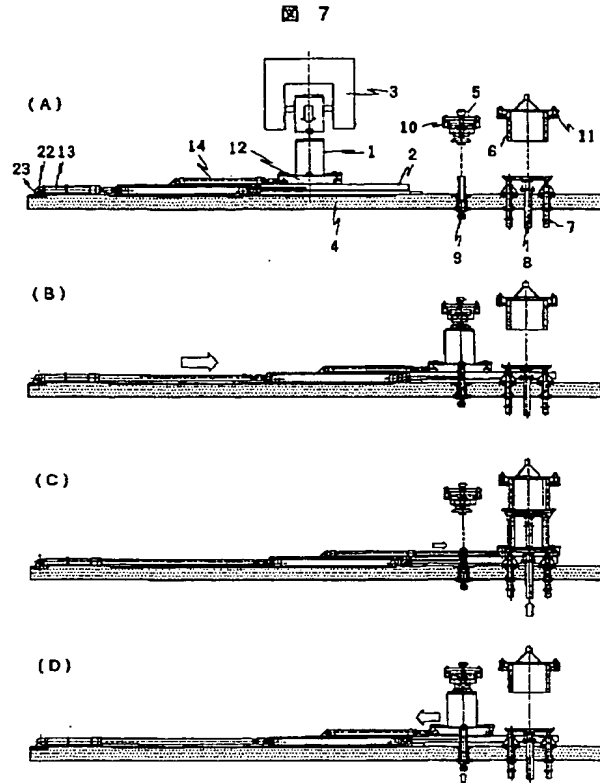
【図8】



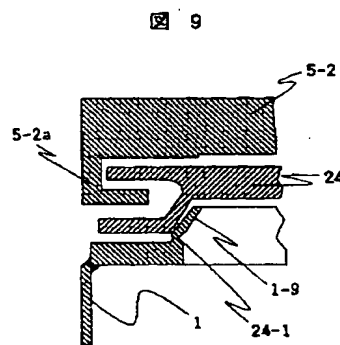
【図11】



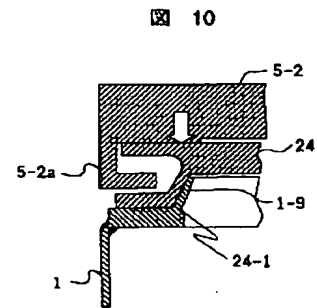
【図7】



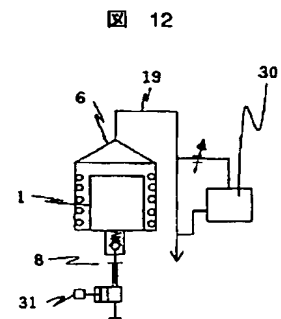
【図9】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 賀計  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所原子力事業部内

(72)発明者 成田 健次郎  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所電力・電機開発研究所内  
(72)発明者 伊藤 良治  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立事業所内